



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 198 55 092 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 N 3/28**  
F 01 N 1/02

21 Aktenzeichen: 198 55 092.8  
22 Anmeldetag: 28. 11. 1998  
43 Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 198 55 092 A 1

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Bosse, Rolf, 38440 Wolfsburg, DE

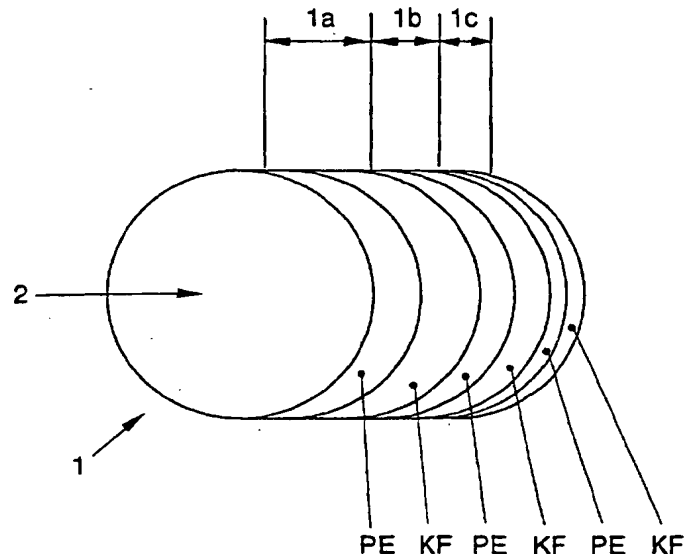
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 26 836 A1  
DE 298 08 664 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen des Abgases einer Brennkraftmaschine

57 Eine Vorrichtung zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine mit NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator sowie Partikelfilter weist  $n \geq 2$  Abschnitte auf, wobei  $n$  eine natürliche Zahl ist, und jeder Abschnitt wenigstens ein Partikelfilterelement und wenigstens ein NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatorelement aufweist, wobei das wenigstens ein Partikelfilterelement und das wenigstens ein NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatorelement thermisch gekoppelt sind. Vorzugsweise umfaßt jeder Abschnitt genau ein Partikelfilterelement und ein NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatorelement. Die Abschnitte bzw. Partikelfilterelemente und NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatorelemente sind mit Heizvorrichtungen ausgestattet, wobei die Partikelfilterelemente noch eine Zündvorrichtung aufweisen können. Durch den Abbrand der Filterpartikel eines Partikelfilterelements wird eine Aufheizung des zugehörigen NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatorelements auf eine Temperatur oberhalb der De-Sulfatierungstemperatur während einer Regenerationsphase bewirkt.



DE 198 55 092 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Reinigen des Abgases einer Brennkraftmaschine, wobei die Reinigungsvorrichtung einen NOx-Speicherkatalysator sowie einen Partikelfilter aufweist.

Bekannt sind Abgasreinigungsvorrichtungen, insbesondere für im Magerbetrieb betreibbare Dieseleinspritzmotoren, die einen NOx-Speicherkatalysator sowie einen vorgeschalteten Partikelfilter aufweisen. Im Funktionsbetrieb der Abgasreinigungsvorrichtung gelangt mit der Abgasströmung Schwefel zum NOx-Speicherkatalysator, der sich im verwendeten Kraftstoff befand und die Absorptionsfähigkeit des NOx-Speicherkatalysators beeinträchtigt. Im Fachjargon spricht man von einer Vergiftung des Katalysators durch den Schwefel. Die dabei gebildeten Sulfate können bei erhöhten Abgastemperaturen wieder umgewandelt werden. Diese Maßnahme kann bei einer Abgasreinigungsvorrichtung einer Brennkraftmaschine durchgeführt werden, bei dem eine Heizvorrichtung zum Aufheizen des NOx-Speicherkatalysators auf eine De-Sulfatierungstemperatur vorgesehen ist. Mit einer solchen Vorrichtung können die im Funktionsbetrieb des NOx-Speicherkatalysators gebildeten Sulfate während eines Aufheiz-Zeitintervalls wieder umgewandelt werden, so daß die Vergiftung insgesamt reversibel ist.

Zum Erreichen der De-Sulfatierungstemperatur kann eine elektrische Heizvorrichtung vorgesehen sein, die mittels einer Steuer- oder Regeleinrichtung in Funktion setzbar ist. Dies führt jedoch zu einem erhöhten Energieverbrauch. Es ist damit zu rechnen, daß wegen der verhältnismäßig großen und vergleichsweise kühlen Abgasmassenströme sehr hohe elektrische Ströme, z. B. von im Teillastbereich über 500 A bei 14,4 Volt Spannung, erforderlich sind, die vom Bordnetz eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Pkws, kaum bereitgestellt werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, womit die Abgasreinigung mit geringerem Energieaufwand durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder 12 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine mit NOx-Speicherkatalysator sowie Partikelfilter weist  $n \geq 2$  Abschnitte auf, wobei  $n$  eine natürliche Zahl ist, und jeder Abschnitt wenigstens ein Partikelfilterelement und wenigstens ein NOx-Speicherkatalysatorelement aufweist, wobei das wenigstens eine Partikelfilterelement und das wenigstens eine NOx-Speicherkatalysatorelement thermisch gekoppelt sind.

Vorzugsweise weist jeder Abschnitt genau ein Partikelfilterelement und ein NOx-Speicherkatalysatorelement auf, wobei die Abschnitte geschichtet oder sequentiell angeordnet sein können. Ferner können die Abschnitte Längs- oder Querabschnitte oder koaxial ineinander gesetzte Teile sein und können segmentförmig angeordnet und/oder geformt sein.

Vorzugsweise weist jeder Abschnitt eine Heizvorrichtung auf, wobei jedes Partikelfilterelement (PE) und/oder NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) eine separate Heizvorrichtung aufweisen kann. Ferner kann für jedes Partikelfilterelement mit einem Zündelement, beispielsweise einer Glühzündung, vorgesehen sein, um den Abbrand der im Partikelfilterelement sich anreichernden Filterpartikel, die Rußpartikel sind, zu initiieren.

Ferner kann eine elektronische Steuer- oder Regeleinrichtung vorgesehen sein, die die Heizvorrichtung jedes Ab-

schnitts bzw. Partikelfilterelements und/oder NOx-Speicherkatalysatorelements sowie, falls vorhanden, die Zündelemente der Partikelfilterelemente in einer bestimmten Reihenfolge jeweils bei einem NOx-Regenerationsvorgang regelt.

Eine Initiierung des Abbrands kann auch bewirkt werden, indem die Heizvorrichtung des betroffenen Partikelfilterelements so geregelt wird, daß die Entflammtemperatur der Filterpartikel überschritten wird, wobei vorzugsweise die elektronische Regeleinrichtung die Heizungsrichtungen der betroffenen Partikelfilterelemente bereits vor der Einleitung eines NOx-Regenerationsvorganges einschaltet.

Zur Erhöhung der Wärmekopplung zwischen den Abschnitten ist die Vorrichtung in einem entsprechenden Gehäuse angeordnet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Reinigen des Abgases einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird während einer NOx-Regenerierung der Vorrichtung eine De-Sulfatierung von mindestens einem Abschnitt der Vorrichtung durchgeführt, indem in dem mindestens einen Partikelfilterelement des Abschnitts ein Abbrand der Filterpartikel bewirkt wird. Zum Bewirken des Abbrands der Filterpartikel kann das entsprechende Partikelfilterelement auf die Entflammtemperatur der Filterpartikel aufgeheizt werden. Es ist auch möglich über eine Zündvorrichtung eine Initiierung des Abbrandes zu bewirken. Ferner kann die Zündung der Filterpartikel bereits vor der Einleitung der NOx-Regenerierung gezündet werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist weniger Energie erforderlich, da die Energie zum Aufheizen der NOx-Speicherkatalysatoranordnung durch das Abbrennen der Filterpartikel gewonnen wird und lediglich zum Zünden der Filterpartikel Energie benötigt wird, wofür weniger Energie erforderlich ist. Hierdurch wird es ermöglicht, die erforderliche Energie vom Bordnetz des Fahrzeugs abzunehmen, wobei übliche Bordnetzausstattungen benutzt werden können, ohne überlastet zu werden.

Durch die Möglichkeit für die De-Sulfatierung die Abschnitte der NOx-Speicherkatalysatoranordnung einander folgend zu zünden und aufzuheizen, ist für jede Teil-Aufheizung eine noch geringere Energieleistung zum Zünden erforderlich.

Die hinsichtlich ihres Energieverbrauchs oder auch baulich vorzugsweise einander gleichen Abschnitte der Reinigungsvorrichtung können dabei hinsichtlich ihres Energieverbrauchs so groß ausgelegt sein, daß sie vom Bordnetz jeweils problemlos und ohne Überlastung versorgt werden können.

Im Rahmen der Erfindung können die Abschnitte Längs- oder Querabschnitte sein, wobei sie lediglich durch den mit der zugehörigen Heizvorrichtung erwärmbaren Raumabschnitt oder durch ein separates Bauteil definiert sein können.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in perspektivischer und schematischer Darstellung;

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Querschnittsdarstellung; und

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Querschnittsdarstellung.

Die allgemein mit 1 bezeichnete Abgasreinigungsvorrichtung bzw. NOx-Speicherkatalysator ist Teil eines nicht weiter dargestellten Abgasreinigungssystems und befindet sich in der Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, wobei es sich vorzugsweise um

eine Einspritz-Brennkraftmaschine handelt, die mit Benzin- oder Dieselmotorkraftstoff betrieben werden kann. Der Katalysator 1 ist im Strömungsweg des Abgases der Abgasanlage angeordnet, d. h., in deren Auspuffrohr.

Der Katalysator 1 weist mehrere, genauer mindestens zwei Abschnitte 1a, 1b, 1c ... auf, wobei jeder Abschnitt 1a, 1b, 1c ... wenigstens ein Speicherkatalysatorelement KE und wenigstens einen Partikelfilter PF aufweist. Die Abschnitte 1a, 1b, 1c ... sind jeweils mittels einer Heizvorrichtung (nicht dargestellt) einzeln heizbar, wobei jedes Partikelfilterelement (PF) und jedes NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) auch mit einer jeweiligen separaten Heizvorrichtung versehen sein kann. Ferner kann der Partikelfilter PF dem Speicherkatalysatorelement KE in der Strömungsrichtung 4 des Abgases vor- oder nachgeordnet sein kann.

Bei der Ausgestaltung nach Fig. 1 handelt es sich bei den Abschnitten 1a, 1b, 1c ... des Speicherkatalysators 1 um Längsabschnitte, die in der Strömungsrichtung 4 der Abgase axial hintereinanderliegend angeordnet sind, wobei sich im Bereich der Abschnitte 1a, 1b, 1c ... eine axiale Strömungsrichtung 4 ergibt. Das oder die Speicherkatalysatorelemente KE und Partikelfilter PF können scheibenförmige Teile sein.

Bei der Ausgestaltung nach Fig. 2, bei der gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, sind das oder die Speicherkatalysatorelemente KE und Partikelfilter PF ringförmige Teile, die koaxial einander ringförmig umgebend angeordnet sind. Bei dieser Ausgestaltung ist die Strömungsrichtung im Bereich der Abschnitte 1a, 1b, 1c ... radial einwärts oder radial auswärts gerichtet.

Bei der Ausgestaltung nach Fig. 3 handelt es sich bei den Abschnitten 1a, 1b, 1c ... um Querabschnitte des Speicherkatalysators 1, vorzugsweise in der Form von Segmenten oder tortenförmigen Ausschnitten. Bei dieser Ausgestaltung kann die Strömungsrichtung im Bereich der Abschnitte 1a, 1b, 1c ... in Umfangsrichtung gerichtet sein.

Um eine thermische gute Kopplung zu erhalten, sollen das oder die Speicherkatalysatorelemente KE und Partikelfilter PF nicht nur in einem Gehäuse (nicht dargestellt) untergebracht sein, sondern geschichtet oder sequentiell angeordnet sein, so daß eine gute thermische Kopplung zwischen den Speicherkatalysatorelementen KE und den Partikelfiltern PF gegeben ist.

Jedes Partikelfilterelement PF eines Abschnitts 1a, 1b, 1c ... kann ferner eine Zündeinrichtung aufweisen, die den Abbrand der Filterpartikel eines Partikelfilterelements PF initiiert. Es ist jedoch auch möglich, zu diesem Zweck die entsprechende Heizvorrichtung zu verwenden.

Die Anzahl n der vorzugsweise einander gleichen Abschnitte 1a, 1b, 1c ... ist gleich oder größer als 2. Es können zwei oder mehrere, z. B. 16, Abschnitte 1a, 1b, 1c ... vorgesehen sein.

Die Heizvorrichtungen und/oder Zündvorrichtungen werden im Funktionsbetrieb von einer Steuer- oder Regelvorrichtung in Funktion gesetzt. Dabei können die Heiz- und/oder Zündfunktionen aller Abschnitte 1a, 1b, 1c ... gleichzeitig oder jeweils in einer bestimmten Reihenfolge in Betrieb genommen werden.

Im Funktionsbetrieb der NOx-Speicherkatalysatoranordnung 2 wird bei einem Magerbetrieb der Brennkraftmaschine NOx an der Oberfläche des Katalysators abgelagert. In regelmäßigen Zeitabständen muß deshalb ein Regenerationsvorgang des Speicherkatalysators 1 durchgeführt werden, was bei reduzierendem, stöchiometrischen oder schwach mager eingestelltem Abgas erfolgt.

Gemäß der Erfindung werden zur Entschwefelung des Speicherkatalysators 1 dessen Abschnitte 1a, 1b, 1c ... gleichzeitig oder in bestimmten Zeitabständen einander fol-

gend jeweils bei einem NOx-Regenerationsvorgang auf die De-Sulfatierungstemperatur beheizt.

Die Beheizung der Abschnitte 1a, 1b, 1c ... auf De-Sulfatierungstemperatur erfolgt wird Entzünden und nachfolgenden Abbrand der Filterpartikel eines Partikelfilterelements des entsprechenden Abschnitts 1a, 1b, 1c ... Beim Verbrennen der Filterpartikel wird soviel Wärme erzeugt, daß der zugehörige Abschnitt 1a, 1b, 1c ..., d. h. das zugehörige NOx-Speicherkatalysatorelement KE auf die erhöhte De-Sulfatierungstemperatur geheizt wird, wodurch das NOx-Speicherkatalysatorelement KE de-sulfatiert wird. Hierbei ist nur beim Zünden elektrische Energie erforderlich, die aufgrund der verhältnismäßig geringen Menge vom Bordnetz abgenommen werden kann.

Bei einer nicht gleichzeitigen, sondern einander folgenden Beheizung der Abschnitte 1a, 1b, 1c ... sind die Zeitintervalle zwischen diesen Teil-De-Sulfatierungen so bestimmt, daß alle Abschnitte 1a, 1b, 1c ... und somit der Speicherkatalysator 1 insgesamt entschwefelt werden, bevor seine NOx-Absorptionsfähigkeit wesentlich beeinträchtigt wird bzw. ausfällt. Aufgrund der noch geringeren erforderlichen Heizleistung kann ein Bordnetz des zugehörigen Fahrzeugs mit noch geringerer Leistungsfähigkeit als Energiequelle dienen. Da die Abschnitte 1a, 1b, 1c ... in ihrer Gesamtheit den Speicherkatalysator 1 bilden, ist nach n erfindungsgemäßen De-Sulfatierungsvorgängen der Speicherkatalysator 1 vollständig auf die De-Sulfatierungstemperatur aufgeheizt und de-sulfatiert worden.

Das Zünden des Abbrands eines Abschnitts 1a, 1b, 1c ... kann bereits vor einer Einleitung der NOx-Regeneration starten. Wegen der Minderung des Auskühleffekts durch die Teil-Androsselung bereits beim Einleiten der NOx-Regeneration ist jedoch eine Bestromung bevorzugt während dieser Einleitungsphase durchzuführen.

Die De-Sulfatierungen können jeweils bei der De-Sulfatierungstemperatur des Abgases und in reduzierender, stöchiometrischer oder leicht magerer Umgebung durchgeführt werden.

## BEZUGSZEICHENLISTE

KE NOx-Speicherkatalysatorelement  
PE Partikelfilterelement  
1a, 1b, 1c Abschnitt  
1 NOx-Speicherkatalysatorvorrichtung  
2 Strömungsrichtung

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung des Abgases einer Brennkraftmaschine mit NOx-Speicherkatalysator sowie Partikelfilter, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung  $n \geq 2$  Abschnitten (1a, 1b, 1c ...) aufweist, wobei n eine natürliche Zahl ist, und jeder Abschnitt wenigstens ein Partikelfilterelement (PF) und wenigstens ein NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) aufweist, wobei das wenigstens eine Partikelfilterelement (PF) und das wenigstens eine NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) thermisch gekoppelt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Abschnitt (1a, 1b, 1c ...) genau ein Partikelfilterelement (PF) und ein NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) aufweist
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte (1a, 1b, 1c ...) geschichtet oder sequentiell angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abschnitte

(1a, 1b, 1c ...) Längs- oder Querabschnitte oder koaxial ineinander gesetzte Teile sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte (1a, 1b, 1c ...) segmentförmig angeordnet und/oder geformt sind.

5

6. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Partikelfilterelement (PF) und/oder NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) eine Heizvorrichtung aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, die die Heizvorrichtung jedes Partikelfilterelement (PE) und/oder NOx-Speicherkatalysatorelement (KE) in einer bestimmten Reihenfolge jeweils bei einem NOx-Regenerationsvorgang regelt.

15

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizvorrichtung des betroffenen Partikelfilterelements so geregelt wird, daß die Entflammtemperatur der Filterpartikel überschritten wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Partikelfilterelement (PF) eine Zündvorrichtung aufweist.

20

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündvorrichtungen von der Steuereinrichtung angesteuert werden.

25

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinrichtung die Heizvorrichtungen und/oder Zündvorrichtungen der betroffenen Partikelfilterelemente (PE) bereits vor der Einleitung eines NOx-Regenerationsvorganges ansteuert.

30

12. Verfahren zum Reinigen des Abgases einer Brennkraftmaschine mit einer Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß während einer NOx-Regenerierung der Vorrichtung eine De-Sulfatierung von mindestens einem Abschnitt (1a, 1b, 1c ...) der Vorrichtung durchgeführt wird, indem in dem mindestens einen Partikelfilterelement (PE) des Abschnitts (1a, 1b, 1c ...) ein Abbrand der Filterpartikel bewirkt wird.

40

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Partikelfilterelement (PE) auf die Entflammtemperatur der Filterpartikel aufgeheizt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterpartikel bereits vor der Einleitung der NOx-Regenerierung gezündet werden.

45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

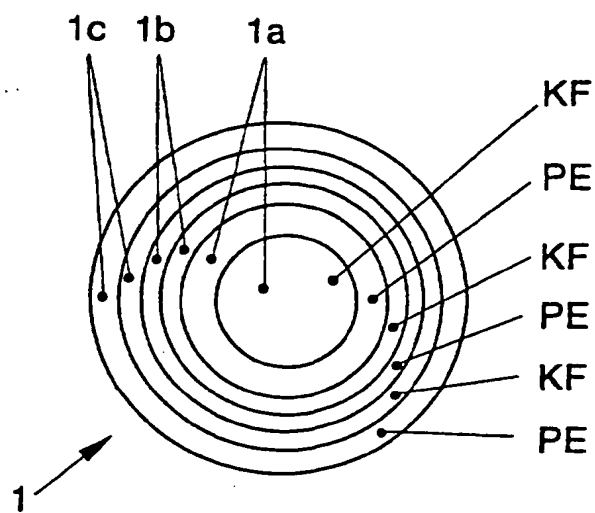
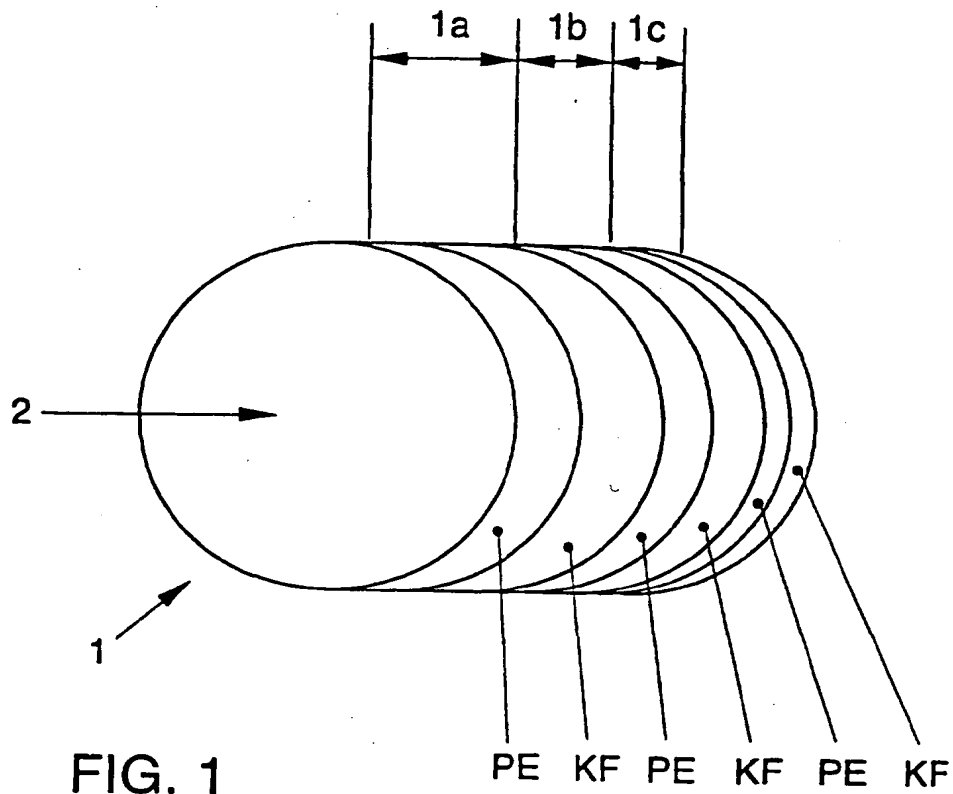
---

50

55

60

65



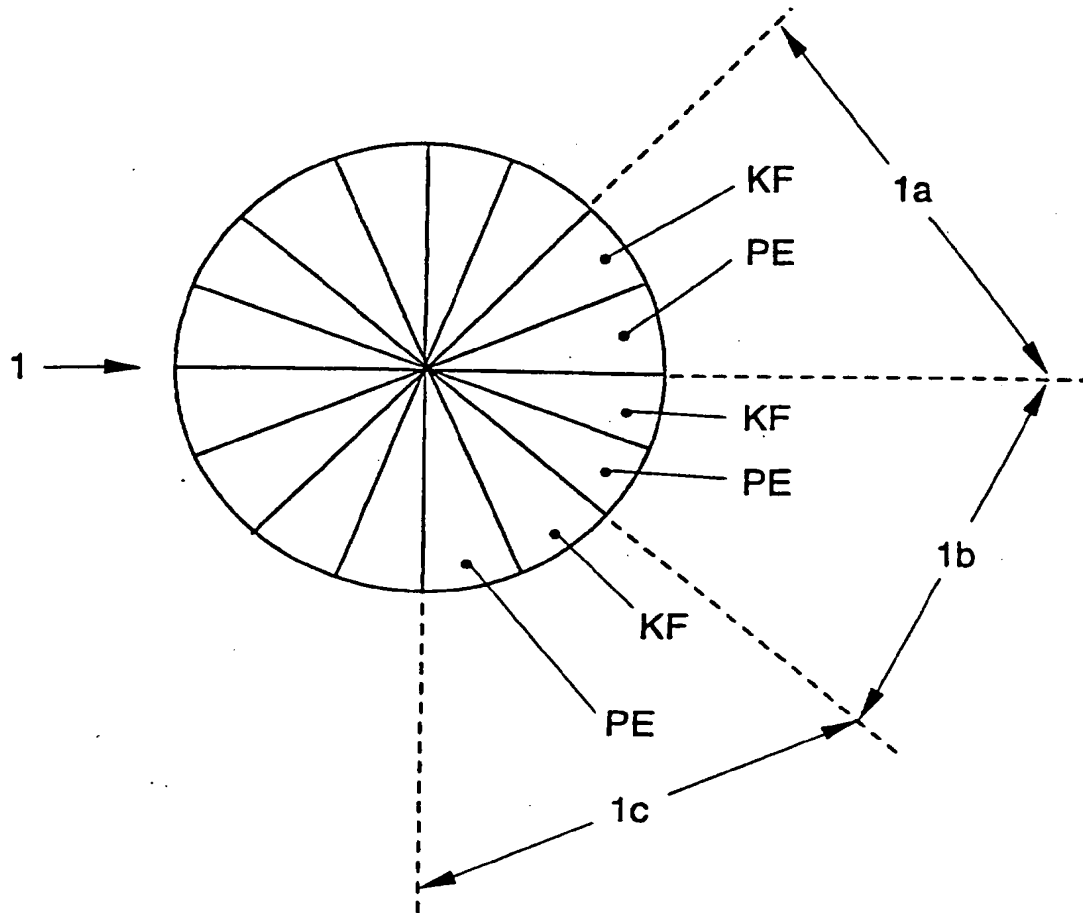


FIG. 3